

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10289464 A**

(43) Date of publication of application: **27.10.98**

(51) Int. Cl

G11B 7/135

(21) Application number: **09099878**

(71) Applicant: **SHARP CORP**

(22) Date of filing: **17.04.97**

(72) Inventor: **SAKAI KEIJI**

(54) **OBJECTIVE LENS AND OPTICAL PICKUP
DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To satisfactorily record and reproduce two kinds of optical recording mediums with one objective lens having one focus by setting an outer peripheral part so that a wavefront aberration is roughly zero with respect to an optical recording medium whose substrate thickness is thin and setting an inner peripheral part so that a wavefront aberration is minimum with respect to an optical recording medium whose substrate thickness is in intermediate the two kinds of the optical recording mediums.

SOLUTION: An objective lens corresponding to two kinds of optical recording mediums of a CD whose substrate thickness is t_2 (1.2 mm) and a DVD whose substrate

thickness is t_1 (0.6 mm) is formed (provided, the wavelength of a light beam is 650 nm) so that when NA_1 (=0.6) and NA_2 (=0.38) are respectively defined as numerical apertures of the DVD, the CD, the wavefront aberration of the outer peripheral part (area of outer peripheral side than a part corresponding to the numerical aperture NA_2) becomes roughly zero with respect to the substrate thickness t_1 (the DVD). Moreover, the wavefront aberration of the inner peripheral part (area of inner peripheral side than the part corresponding to the numerical aperture NA_2) becomes minimum with respect to an optical recording medium whose substrate thickness is larger than t_1 and smaller than t_2 and surfaces of the lens are changed so as not to have discontinuity points.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-289464

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.⁸

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-99878

(22) 出願日

平成9年(1997)4月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 酒井 啓至

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

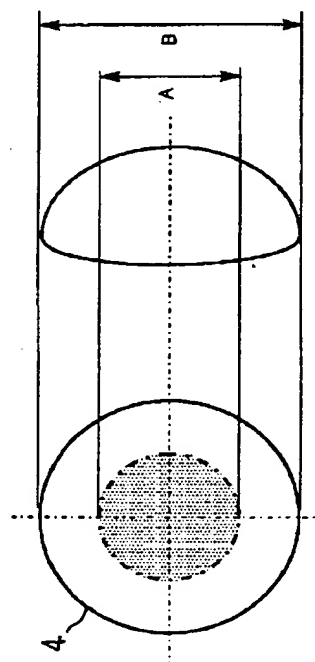
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 異なる2種類の基板厚みを有する光記録媒体に対して情報をノイズなく記録再生することのできる対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 光記録媒体に光源からの光束を集光する対物レンズ4を搭載している。対物レンズ4は、1つの非球面式で表され、その低次の非球面係数を基板厚みの厚い光記録媒体に適合させて決定し、高次の非球面係数を基板厚みの薄い光記録媒体に適合させて決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板厚みの異なる2種類の光記録媒体に対応する1焦点の対物レンズであって、外周部分は基板厚みの薄い方の光記録媒体に対して発生する波面収差が略0となり、内周部分は前記2種類の光記録媒体の中間の基板厚みに対して発生する波面収差が最小となるよう設定されており、かつ、不連続点を持たない形状に形成されてなることを特徴とする対物レン

$$Z = r^3/R / (1 + (1 - (1 + K) \times (r/R)^2)^{0.5}) + B \times r^4 + C \times r^6 + D \times r^8 + E \times r^{10} + \dots \quad (式1)$$

Z: 面頂点からの深さ、r: レンズ半径位置、

R: 近軸の曲率半径、K: 円錐定数、

B, C, D, E, ... : r^{2n} の非球面係数 (nは2, 3, 4, 5, ...)

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の対物レンズにおいて、円環状に形成された遮光帯を有してなり、該遮光帯により光の透過領域がその外周部分と内周部分とに制限されてなることを特徴とする対物レンズ。

【請求項4】 光源と、前記光記録媒体からの反射光を受光する光検出器を有し、基板厚みの異なる2種類の光記録媒体とに対して情報の記録再生が可能な光ピックアップ装置において、前記光源からの光ビームを前記光記録媒体上に集光する対物レンズが、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の対物レンズからなることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスク等の情報記録媒体に光学的に情報を記録または再生する光ピックアップ装置に関する。詳しくは、異なる基板厚さを有する光記録媒体に対して正確な記録再生動作が可能な光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、光ディスクは大量の情報信号を高密度で記録することができるため、オーディオ、ビデオ、コンピュータ等の多くの分野において利用が進められている。

【0003】 現在、広く市販されているコンパクトディスク (CD)、ビデオディスク、ミニディスク (MD) やコンピュータ用の光磁気ディスクなどは同じく厚さ1.2mmの基板を用いている。このため、光ピックアップの対物レンズも厚さ1.2mmの基板によって発生する収差を補正するように設計されている。

【0004】 一方、記録容量の増大を図っていくために様々な検討がなされている。その中には①対物レンズの開口数 (NA) を大きくして光学的な分解能を向上させる方法や、②記録層を多層に設ける方法などがある。

【0005】 ①対物レンズのNAを大きくすると、集光

*ズ。

【請求項2】 基板厚みの異なる2種類の光記録媒体に対応する対物レンズであって、

前記対物レンズは、(式1)に示す1つの非球面式で表され、レンズ半径位置rの低次の非球面係数が基板厚みの薄い光記録媒体に対応して決められ、高次の非球面係数が基板厚みの薄い光記録媒体に対応して決められてなることを特徴とする対物レンズ。

ることが可能であるが、ディスク傾きの許容誤差がNAの3乗に比例して小さくなるため、ディスク傾きの許容誤差を同程度に収めるにはディスクの基板厚さを薄くする必要がある。例えば、対物レンズのNA0.5、基板厚さ1.2mmの場合と同程度のディスク傾き許容誤差を有するのは対物レンズのNA0.6、基板厚さ0.6mm程度である。

【0006】 しかしながら、このようにディスクの基板厚さを薄くすると従来の基板厚さの光ディスクとの互換性が保てなくなる。

【0007】 ②記録層をある程度の厚さの透明基板を介して複数設けた多層ディスクの場合も1枚のディスクで記録容量が大幅に増加する。しかし、各記録層で対物レンズから見た基板厚さが異なるため1つの光ピックアップでは正確な情報の記録再生ができない。

【0008】 以上ような問題点を解決する方法として、例えば特開平7-182690号公報には、機械的に変換レンズを出し入れする方法が提案されている。

【0009】 この方法では、変換レンズが挿入されていない場合にある基板厚みの光記録媒体に適合するように光学系が設定されている。そして、他の基板厚み光記録媒体に対してアクセスする場合に変換レンズが挿入され、他の光記録媒体に適合するように光路が変えられる。これにより、少なくとも2種類の基板厚みを有する光記録媒体に対して情報を記録・再生・消去することが可能となる。

【0010】 この変換レンズは、凹レンズ、凸レンズ、ホログラムレンズ等で形成され、半導体レーザ (光源) と対物レンズの間の、光ヘッドの固定側に配置され、対物レンズとは一体には移動しない。

【0011】 また、特開平7-302437号公報では、対物レンズが複数の領域に分割されており、それぞれの領域が仕様の異なるレンズ面形状を有するという2焦点対物レンズが提案されている。

【0012】 この2焦点対物レンズは、たとえば、同心円状に複数の領域に分割されたレンズであり、この分割された各領域に入射した光束はそれぞれ2種類の光記録媒体のどちらかに集光されるようになっている。このため、この方法では、常に2種類の光路を通る光束が射出されており、各光束がそれぞれ異なる基板厚みの光記録

媒体上の集光スポットに対応させられている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した変換レンズ自身を出し入れする方法（特開平7-182690号公報）では、変換レンズを挿入した際、対物レンズの光軸と変換レンズの光軸を精度良く一致させる必要がある他、変換レンズの光軸方向の位置決め精度や傾き精度を高くする必要がある。従って、変換レンズを高精度に出し入れする機構が必要となり、装置が大型になり、コストアップを招き、量産性にも問題がある。さらには、レンズ自身が可動するため、周囲環境によりレンズ位置等が変化し易く、信頼性の点からも問題がある。

【0014】一方、2焦点対物レンズを用いる方法（特開平7-302437号公報）では、新規に付加する部品・機構等が必要なく、この点では優れているが、複数に分割することにより、まず分割した面積比に応じて光利用効率が低下する。また、分割する（対物レンズの形状に不連続点を設ける）ことにより集光スポットのメインビーム径は小さくなるものの、サイドローブ強度が大きくなってしまい、結果として実質的なビーム径が大きくなってしまいう問題があった。

＊

$$Z = r^2 / R / (1 + (1 - (1 + K) \times (r/R)^2)^{0.5}) + B \times r^4 + C \times r^6 + D \times r^8 + E \times r^{10} + \dots$$

(式1)

Z：面頂点からの深さ、r：レンズ半径位置、R：近軸の曲率半径、K：円錐定数、B、C、D、E、...

： r^n の非球面係数（nは2、3、4、5、...）

請求項3に記載の対物レンズは、請求項1または請求項2に記載の対物レンズにおいて、円環状に形成された遮光帯を有してなり、遮光帯により光の透過領域がその外周部分と内周部分とに制限されてなるものである。

【0018】請求項4に記載の光ピックアップ装置は、光源と、光記録媒体からの反射光を受光する光検出器を有し、基板厚みの異なる2種類の光記録媒体とに対して情報の記録再生が可能な光ピックアップ装置において、光源からの光ビームを光記録媒体上に集光する対物レンズが、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の対物レンズからなるものである。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の対物レンズ及び光ピックアップ装置の一実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、ここでは、基板厚み1.2mmのCDと0.6mmのDVDの2種類の光記録媒体に対応する対物レンズ及び光ピックアップ装置について説明する。

【0020】図1は、本実施の形態の光ピックアップ装置の概略構成を説明する説明図である。1は、光源である半導体レーザ、及び、光検出器並びにホログラムを含むホログラムレーザユニットである。このホログラムレーザユニット1から射出した光束はコリメータレンズ2を通り、立ち上げミラー3で反射され、対物レンズ4に

＊【0015】本発明は、上述の問題点を解決するためになされたものであって、光学的な性能を低下させることなく、量産性に優れ、かつ信頼性に優れたローコストの対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の対物レンズは、基板厚みの異なる2種類の光記録媒体に対応する1焦点の対物レンズであって、外周部分は基板厚みの薄い方の光記録媒体に対して発生する波面収差が略0となり、内周部分は上記2種類の光記録媒体の中間の基板厚みに対して発生する波面収差が最小となるよう設定されており、かつ、不連続点を持たない形状に形成されているものである。

【0017】請求項2に記載の対物レンズは、基板厚みの異なる2種類の光記録媒体に対応する対物レンズであって、対物レンズは、(式1)に示す1つの非球面式で表され、レンズ半径位置rの低次の非球面係数が基板厚みの厚い光記録媒体に対応して決められ、高次の非球面係数が基板厚みの薄い光記録媒体に対応して決められるものである。

より光ディスク5上に集光される。光ディスク5で反射された光束は、同様に対物レンズ4、立ち上げミラー3、コリメータレンズ2を通してホログラムレーザユニット1に入射し、情報信号とピックアップ制御信号（トラッキング誤差信号やフォーカス誤差信号）が検出される。そして、このトラッキング誤差信号及びフォーカス誤差信号に基づき図示しない制御部により光ピックアップ装置が駆動され、光ディスク5の所望の位置にジャストフォーカスした光ビームが照射されるようになる。なお、ここで、本実施の形態では小型化が可能なホログラムレーザユニットを採用した例を記載しているが、一般的なレーザと光検出器がそれぞれ別に構成されている光学系であっても同じである。

【0021】次に、本ピックアップに搭載される対物レンズ4について説明する。なお、ここでは、基板厚みの異なる2種類の光記録媒体をDVD、CDとして説明する。

【0022】本ピックアップ装置の対物レンズ4は、 t_1 （＝0.6mm）、 t_2 （＝1.2mm）をそれぞれDVD、CDの基板厚さ、 NA_1 （＝0.6）、 NA_2 （＝0.38）をそれぞれDVD、CDの開口数としたときに、外周部分（開口数 NA_2 に対応する部分よりも外周側の領域）が基板厚さ t_1 （DVD）に対して波面収差が略0となるよう形成されている（但し、光ビームの波長は650nm）。また、内周部分（開口数 NA_2 に対応する部分よりも内周側の領域）は基板厚さが t_1 より

大きく r_2 よりも小さいものに対して波面収差が最小となるように形成されている（この基板厚みを以下では内周部最適基板厚みと記す）。また、焦点が1つとなるように、対物レンズ4の外周部分と内周部分は連続的に変化している（不連続点を持たないように変化している）。

【0023】以下、この対物レンズ4について図2、3、4を用いて更に詳しく説明する。

【0024】図2は、本実施の形態の対物レンズ4の内周部最適基板厚みと、CD、DVD再生時における内周部分のみの波面収差の関係を示す図である。この図から内周部分までもDVDに適合させた場合（内周部最適基板厚み=0.6）にはCD再生時に0.07 λ （rms値）の波面収差が得られるが、内周部最適基板厚みを増大するとともに、CD再生時における波面収差が減少することが分かる。一般に、光ピックアップの結像光学系全体の収差は0.07 λ 以下である必要があると言われており、特にDVDのような高密度光記録媒体の場合は、より小さい波面収差であることが要求される。そこで対物レンズ自身としては波面収差は0.04 λ 以下であることが好ましく、このことを考慮すると、内周部最適基板厚みは0.06mmより大きく0.95以下に設定することが望ましい。但し、ここでは、基板としてポリカーボネートを仮定している。

【0025】図3は、DVDに対してのみ適合した対物レンズ（比較例）と、本発明の一実施の形態の対物レンズを比較する図である。図において、横軸は対物レンズの中心からの光の入射位置までの距離を示しており、縦軸はその位置における光路長差（対物レンズ中心を透過した光との光路長差）を示している。図3（a）の比較例の対物レンズでは、すべての領域において光路長差が略0となるように設定されているが、図3（b）においては開口数NA₂に対応する部分よりも外周側では略一定値となり、内周側では光路長差が連続して変化するように設定されている。ここで、外周側の光路長差が略一定となっている部分では、DVDに対して波面収差が略0となるように設定されている。

【0026】図4は、上記図2に示した2種類の対物レンズを用いて、CDを再生した場合における光路長差を示す図である。図4において（a）は比較例、（b）は本実施の形態の対物レンズを示している。この図に示すように、本実施の形態の場合には、CD再生時における光路長差が小さくなっている。つまり、CD再生時に発生する波面収差量を抑えている訳である。

【0027】図5は、本実施の形態の対物レンズにより、内周部最適基板厚みの光記録媒体を再生したと仮定した場合の光路長差を示す図である。図4において

（a）は比較例、（b）は本実施の形態の対物レンズを示している。この図に示すように、本実施の形態の場合、内周部分（中心からNA₂に対応する部分より内周

側の部分）では内周部最適基板厚みに対しては光路長差が極僅かになる。

【0028】以上示したように、本実施の形態の対物レンズでは、DVD再生の際に大きな問題となる外周側を発生する波面収差が略0となる形状とし、大きな問題とならない内周側を基板厚みがDVDよりも厚いものに対して波面収差が最小となるような形状としている（DVDに対しては波面収差を持つような形状としている）ため、CDに対しては、何ら光学手段を付加すること無く、本レンズのみでも再生特性を向上可能であり、かつ、DVD時の特性も損なうことが無い、つまり、DVD、CDの両方に対して安定に再生動作を行うことが可能となる。

【0029】また、外周部分と内周部分が連続的に変化している（不連続点を持たないように変化している）ため、サイドローブが大きくなり、光ビームスポット径の増大を抑制できる。

【0030】以下に、このような対物レンズの具体例について説明する。

【0031】一般的に、対物レンズ4は非球面形状を有しており、そのレンズの非球面式は、

$$Z = r^2/R / (1 + (1 - (1 + K) \times (r/R)^2)^{0.5}) + B \times r^4 + C \times r^6 + D \times r^8 + E \times r^{10} + \dots$$

で表される。なお、ここで、

Z：面頂点（光出射面と光軸との交点）からの深さ（光軸方向の距離）

r：レンズ半径位置（半径方向の距離）

R：近軸の曲率半径

K：円錐定数

B、C、D、E、...：r²ⁿの非球面係数（nは2、3、4、5...）

である。

【0032】本対物レンズ4は、図6に示すように、開口数0.38のCDエリアAと開口数0.6のDVDエリアB（Aのエリアも含んでいる）を有しており（一般的には、CDの場合、レーザ波長が780nmで開口数0.45程度であるため、DVDで使用されるレーザ波長650nmで換算すると、開口数0.38程度となる。）、上記非球面式を用いて、以下のように設計される。

【0033】（1）まず最初に、Bのエリアのレンズ形状をDVD（基板厚さ0.6mm）に合わせ、各係数の最適化を行う。この段階において、対物レンズ4はDVDに対して波面収差が極僅かになるように設定される。

【0034】（2）次に、この最適化されたレンズをベースにして、Aのエリア内においてCDに合うよう近軸の曲率半径Rのみを最適化して、波面収差を出来る限り小さくする。

【0035】（3）上記（2）の段階終了後のレンズでは、AのエリアにおいてCDに適合するように係数Rが

10

20

30

40

50

設定されたため、DVDを再生する際に大きな収差が発生してしまう。そこで、次に、Bのエリア（全域）においてDVDに合うように高次（ここでは8次～16次）までの非球面係数のみを最適化する。

【0036】上記のように高次の係数のみを操作して、係数が変化したとしても、レンズ内周部の形状変化量は小さくなる。したがって、この（3）の操作後においてもレンズ内周部は依然としてCD再生時に適合する形状となっている。したがって、CD再生時に与える影響は小さい。

【0037】また、逆に、レンズ内周部はCDに対応した形状であってもそれにより発生する波面収差量は小さい。このため、上記のように高次の係数だけを最適化することで、より面積の大きな外周部の形状をDVD再生に適合する形状にして、DVDの再生をも良好に行うことができる。

【0038】以上のようにして設計された対物レンズはその焦点距離が上記した条件を満たしている。この対物レンズにより、DVD、CDを再生した場合の波面収差の一例をあげると、例えばDVD：0.02 μ m、CD：0.05 μ m程度になる。

【0039】従来のビクアップ装置に用いられる対物レンズのように、DVD（CD）のみに対応して最適化した場合、DVD（CD）を再生するときは波面収差が0.01 μ m以下、CD（DVD）を再生するときは波面収差は0.07 μ m程度であったため、一方のみの再生にしか利用でないが、本実施の形態の対物レンズによれば、DVD、CDの両方の再生を良好に行うことができる。

【0040】なお、本実施の形態では、上記（2）において近軸Rの調整を行い、（3）において非球面式の高次の係数の調整を行っているが、これに限るものではなく、非球面式における低次の係数をCDの再生に適合させて決定し、高次の係数をDVDの再生に適合させて決定しても良い。

【0041】（実施の形態2）次に、図7は、本発明のビクアップ装置に用いる他の対物レンズの構成を示す図である。この対物レンズ4'は実施の形態1におけるCDエリアAの境界の外側にリング状の遮光帯6を設けたものである。特に、このリング状の遮光帯を設けた部分はCDを再生する際に、悪影響を及ぼす部分であり、この部分の光を除去することで、記録再生特性を良好にすることができる。以下に、この対物レンズ4'について説明する。

【0042】まず、実施の形態1で示した対物レンズを用いて（遮光帯6が無いものと仮定して）上記した悪影響について説明する。対物レンズを図7の様にA（内周エリア（CDエリア））、内周エリアの境界外側のC（境界エリア）、更に外側のD（外周エリア）の3つの部分に分けると、CD再生時において、CDエリアAの

部分を通じた光束は、ディスクの信号面上では収差の少ない絞れたビームとなり、情報信号を正しく受け取り光検出器へと戻される。一方、外周エリアDを通過した光束は、CD再生時において、大きく収差を覆ったぼけたビームとなり、光検出器へは入射しない。そして、境界エリアCを通過した光束は、CD再生時において、CDエリアAを通過した光束ほど絞れてはいないが外周エリアDを通過したほどぼけてもいないので、ノイズという形で光検出器に入射することになる。

10 【0043】そこで、本実施の形態では、上記境界エリアC（CDに応じた開口数に対応する領域の外側のエリア）を遮光体5によって覆い、光束の通過を遮断する。このように、境界エリアCを通過する光を遮断することで、ノイズ成分を除去することができ、記録再生特性をより良好にできる。

【0044】境界エリアCに形成する遮光帯6のリング部分の幅は、0.05mmから0.2mm程度の範囲であり、幅は大きい方が記録再生特性は良好となるが、逆に、対物レンズ全面を利用するDVD等を記録再生する際には、光利用効率の損失が大きくなるため、両者の特性を考慮して最適な幅にするのが好ましい。

【0045】なお、実施の形態1、2では2種類の光記録媒体がCD、DVDである場合について説明したがこれに限るものではない。

【0046】

【発明の効果】本発明の対物レンズは外周部分を基板厚みの薄い光記録媒体に対して波面収差が略0となるように設定し、内周部分を基板厚みが2種類の光記録媒体の中間の光記録媒体に対して最小となるように設定されているため、2種類の記録媒体の両方を1つの1焦点の対物レンズにより良好に記録再生することができる。また、不連続点を持たないように形成されているため、サイドロープの拡大を抑制することができる。

【0047】また、非球面式の低次の係数が基板厚みの大きい光記録媒体に対応するように設定し、高次の係数が基板厚みの小さい光記録媒体に対応するように設定することで、異なる厚みを有する2種類の基板の両者に対して対応でき、かつ、サイドロープの拡大を抑制できる。

40 【0048】更に、基板厚みの厚い光記録媒体に適合した開口数に対応する領域の境界部分に、遮光帯を設けることにより、レンズ内周部分のみを用いる際の記録再生特性を向上させることが可能となる。

【0049】また、上記したような対物レンズを用いた光ビクアップ装置によれば、何ら新規に付加する部品・機構が必要無く、小型で量産性にすぐれ、かつ信頼性に優れたローコストの光ビクアップ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

50 【図1】本発明の実施の形態1の光ビクアップ装置の

概略図である。

【図2】内周部最適基板厚みと波面収差との関係を示す図である。

【図3】実施の形態1と比較例の対物レンズによりDVDを再生する場合の光路長差を説明する図である。

【図4】実施の形態1と比較例の対物レンズによりCDを再生する場合の光路長差を示す図である。

【図5】実施の形態1の対物レンズにより、内周部最適基板厚みの光記録媒体を再生する場合の光路長差を示す図である。

* 10

* 【図6】本発明の対物レンズの概略図である。

【図7】本発明の実施の形態2の光ピックアップ装置に用いる対物レンズの概略図である。

【符号の説明】

4、4' 対物レンズ

6 遮光帯

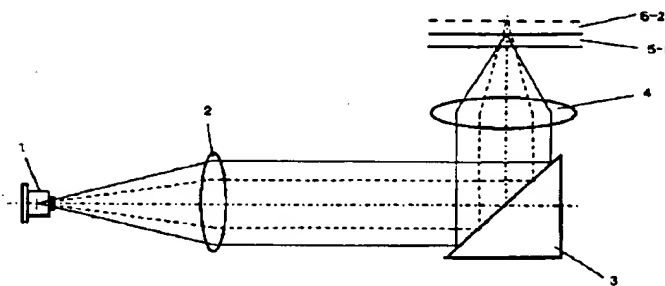
A CDエリア

B DVDエリア

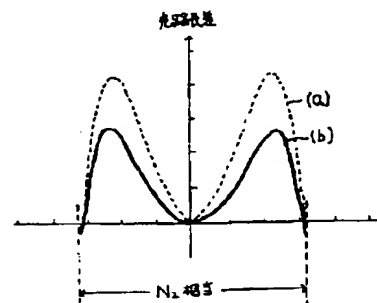
C 境界エリア

D 外周エリア

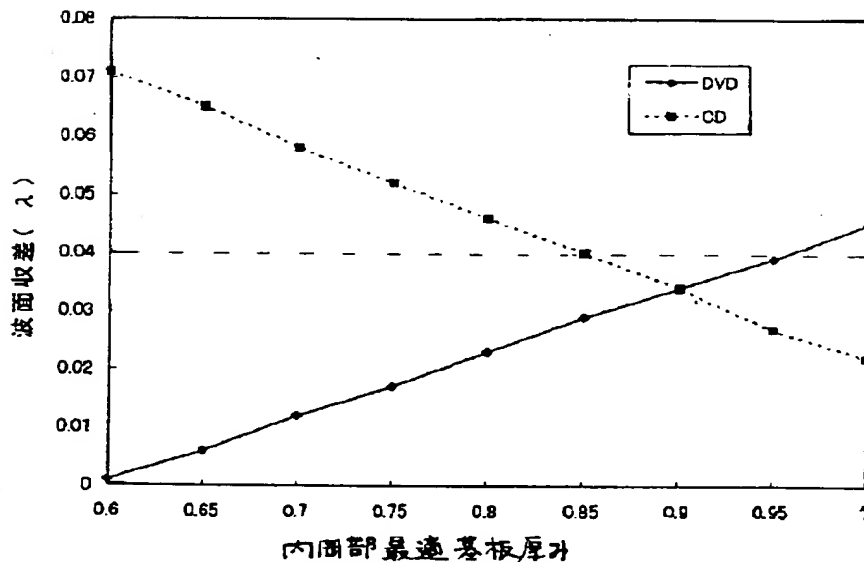
【図1】



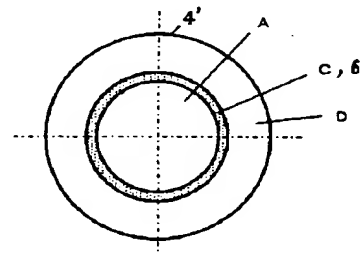
【図4】



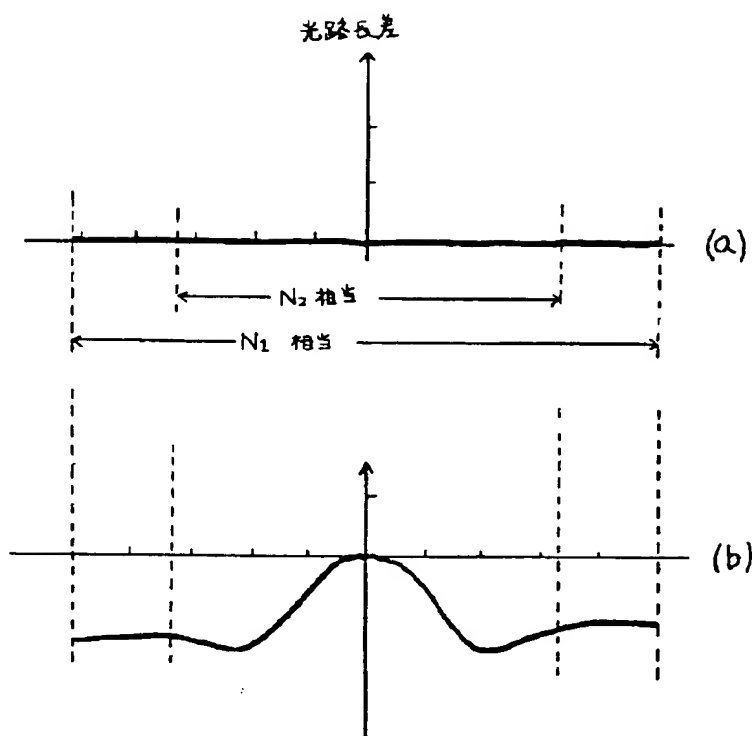
【図2】



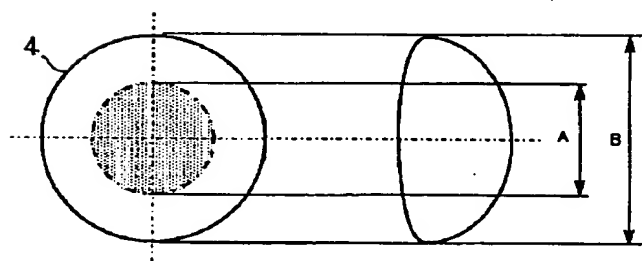
【図7】



【図3】



【図6】



【図5】

